

排水ポンプ車の排水作業を停止することなく 車両を通過させる検討について

田村 秀之¹・山川 史¹

¹中国地方整備局 中国技術事務所 施工調査・技術活用課（〒736-0082 広島県広島市安芸区船越南2-8-1）

排水ポンプ車による排水活動中は、複数の排水ホースが堤防上を横断しており、緊急車両等が通行する際に既存のホースブリッジがない場合は、その都度、車両が通行可能な程度まで排水量を減らし、排水ホースの膨らみを抑えることで設置した状態のまま排水ホース上を通行させている。この度、所定の排水量を確保したまま排水ホース上を緊急車両等が走行しても排水活動が継続可能であり、ホースブリッジと比較して、軽量・コンパクトな試作ホースを製作し、実証試験を行った結果、車両の通行と耐久性に問題ないことが確認できたので報告するものである。

キーワード 排水ポンプ車、排水ホース、車両横断、排水作業の継続

1. はじめに

近年、災害が激甚化し、大規模な災害が毎年発生しており、排水ポンプ車による排水活動が増加している。

一般的な排水活動では、河川堤防などの天端道路を利用して排水ポンプ車と排水ホースを配置するため、作業中は緊急車両等の通行が遮断される。

そのため、緊急車両等が通行する際に既存のホースブリッジがない場合は、その都度、車両が通行可能な程度まで排水量を減らし、排水ホースの膨らみを抑えることで排水ホース上を通行させている。

排水活動を止めることなく車両を通行可能とする対策として導入が行われているホースブリッジは、運搬や設置に係る労力が大きく、中長期間の設置には向いている一方、短期間で排水活動を終えて、別の場所へ移動するケースもあるため、運搬や設置が簡易にできる排水ホースの開発が必要であった。

2. 既存の資機材

ホースブリッジは横断走行可能な車両総重量により、25 t までの敷板タイプと5 t までの梯子タイプがあり、対応可能な排水ホースの本数、寸法形状や分割数、重量などが異なっている。ホースブリッジ2種類の外観を写真-1及び写真-2に、外形図を図-1及び図-2に、主な仕様を図-2 ホースブリッジ5 t 敷板タイプの外形図

表-1に示す。

どちらも人力作業により運搬・組立が可能となっているが、1部品当たりが約40kgあり取扱いが重労働で設置

に時間を要すること、さらに別途運搬車両が必要であり設置ヤードが必要となることなどが課題となっている。



写真-1 ホースブリッジ25 t 敷板タイプの外観

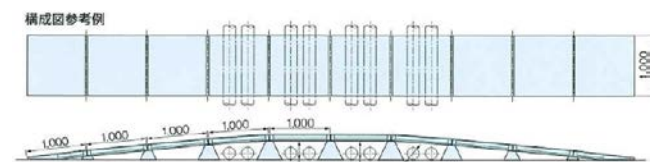


図-1 ホースブリッジ25 t 敷板タイプの外形図

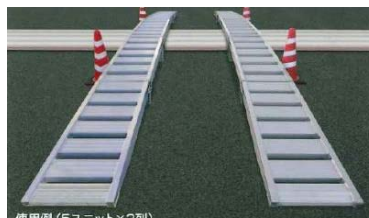


写真-2 ホースブリッジ5 t 梯子タイプの外観

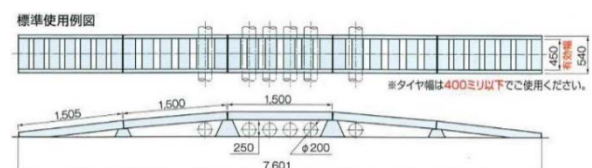


図-2 ホースブリッジ5 t 敷板タイプの外形図

表-1 ホースブリッジの主な仕様

| | 敷板タイプ | 梯子タイプ |
|--------|---------------|---------------|
| 耐荷重 | 25 t | 5 t |
| 対応ホース | φ 200mm×8本 | φ 200mm×6本 |
| 分割数 | 38 (板20、台18) | 18 (板10、台8) |
| 部品重量 | 板36kg、台6~29kg | 板23kg、台6~10kg |
| 合計重量 | 1030kg | 294kg |
| 走行幅 | 1000mm×2列 | 540mm×2列 |
| 全体寸法 | 幅3.0m×長さ10m | 幅2.0m×長さ7.6m |
| メーカー定価 | 990万円 | 180万円 |

3. 新たな資機材の比較

(1) 過年度の試作ホース

過年度に車両が横断走行可能な排水ホースとして、車両通行箇所のホース高さを抑えるためにホース上面と下面を繋ぎ断面形状を複数の水路状にした試作ホースを製作し排水試験等を実施している。

過去に製作した排水ホースの試験状況を写真-3~写真-5に示す。



写真-3 過年度の試作ホース（10水路）の外観



写真-4 過年度の試作ホース（20水路）の外観



写真-5 過年度の試作ホース内部の水路

過年度に試作したホースは、排水ポンプ車に搭載されている直径φ200mmの標準ホースから横幅2,000mmまで拡大した拡幅型の排水ホースとして、内部に仕切り材を追加配置したものである。

使用した材料は全てナイロンシートで、上下及び内部の仕切り材とも溶着加工で製作されている。

拡幅型の排水ホースの寸法は、高さ50mm、幅2,000mm、長さ5,000mm、シート材料厚さは0.85mmで、重量は排水ホース内の水路数により約30kg~50kgであった。

しかし、過年度に試作した排水ホースには次の課題がみられた。

- ① 標準ホースからの水圧と水量及び上り勾配でホースを設置しているため、水が溜まりやすくなる接続部付近の内部仕切り材が徐々に剥がれがていく。
- ② 標準ホースと接続する円筒形状と拡幅部を繋ぐ隅部に変形する応力集中によるシワの発生と漏水が生じる。

(2) 既存の小径ホース活用案

標準ホースのφ200mmから車両が横断走行可能となるφ100mmの小径ホースに分配することで、本数は増加するが設置高さを抑制できるため、排水作業を中断せずに車両を通過させるものである。

ただし、小径ホースに分配するための接続部が必要となり、鋼製配管として製作する場合、重量は約75kgになる。

また、直径φ200mmの標準ホースをφ100mmの小径ホースに分配する場合、断面積と流量及び流速、タイヤによる遮蔽面積を考慮すると、14本（断面積比4.6倍）必要となり、長さ5000mmで重量49kgとなることがわかった。

全体の重量は接続金具等を含めると130kg程度となり、概算費用は標準ホース1本当たり約50万円と試算された。

φ100mmの小径ホース14本に分配するイメージを図-3に示す。

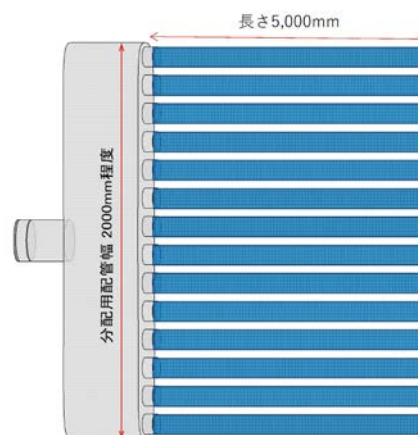


図-3 小径ホース（φ100×14本）に分配するイメージ

(3) 消防用ホースブリッジを利用する案

既製品の消防用ホースには車両が横断するための簡易

的なホースブリッジ（φ65mm、φ150mm）がある。そこで直径φ65mm及びφ150mmの消防用ホースに分配後、簡易的なホースブリッジを利用する案を検討した。

φ65mm用ホースブリッジの例を写真-6に、φ150mm用ホースブリッジの例を写真-7に示す。



写真-6 φ65mm用ホースブリッジの例



写真-7 φ150mm用ホースブリッジの例

φ65mmに分配する場合、断面積等から15本必要となり、左右のタイヤ位置に合わせてホースブリッジの数量は30台配置する。ホースブリッジ幅が300mm/組程度であり、標準のホースφ200mm1本に対してφ65mmの消防用ホースへの分配した場合の設置幅は4,500mmとなる。

一方、φ150mmに分配する場合、高さ100mmの枠内に変形させるため、断面積等から5本以上必要となる。ホースブリッジ幅が1,000mm/組程度であり、設置幅は5,000mmの範囲となる。

表-2 新たな資機材の比較

| 資機材の案 | 拡幅型排水ホース | 既存の小径ホース | 消防用のホースブリッジ |
|-------|----------------------------|-----------------------------|--|
| 特徴 | ナイロンシートで自由に調整可能 | 市販ホースの活用で安価に交換可能 | φ65mmやφ150mmの既製品を活用 |
| 問題点 | 耐久性や耐摩耗性がやや低い | 分配用配管の製作が必要。 | 必要資機材の数量が多い |
| 資機材規模 | 幅1.5m程度、重量30kg以下×4本、L=5.0m | 幅2.0m以上、重量120kg以上×4組、L=5.0m | φ65mm×15本(φ150mm×5本)×4組、600kg以上、L=5.0m |
| 概算費用 | 100万円(4本) | 160万円(4組) | 600万円(4組) |
| 運搬方法 | 標準ホースとの積替えにより積載可能 | 別途運搬車両が必要 | 別途運搬車両が必要 |
| 判定 | ○ | △ | △ |

φ65mmとφ150mmのどちらも横断車両通行の影響を受けずに排水活動は可能となるが、必要な資機材の規模が多く、合計重量計は600kg以上、概算費用は600万円以上と試算された。

標準の排水ホースφ200mmと既存の資機材（ホースブ

リッジ）に代わる新たな資機材として3案を比較した結果、ナイロンシートで製作する拡幅型排水ホース案が有効と判断された。

新たな資機材を排水ポンプ車（30m³/min、水中ポンプ4台）1台分での比較を表-2に示す。

4. 試作ホースの仕様検討

新たな拡幅型の排水ホース仕様検討にあたり、車両が通行可能であること等を考慮し、排水時のホース高さ90mm（車両の保安基準）、ホース幅1,900以下（車両のホイールベース）、ホース重量30kg以下（人力運搬）を条件とし、拡幅水路の断面及び長さ、使用材料等を検討した。

(1) 要素試験

① 耐圧試験

新たな拡幅型排水ホース（以下、「試作ホース」という）に使用する材料（ナイロンシート）は、車両の横断走行を考慮し、布継ぎ溶着加工が可能であり、耐候性、引裂強度等からターポリンを選定した。

ターポリンは屋外テント等に使用されるポリ塩化ビニルとナイロン樹脂による防水シートであるが、利用用途から耐水試験や引張試験等の評価はあるが、排水ホースとしての使用を想定した耐圧試験は実施されていない。そのため、材料の簡易的な耐圧試験を実施した。

試験は、排水ホース（φ200mm、L=1,000mm）に追加予定の内部仕切り材を溶着し、両端に金具と閉止板を組合せて水を充填し、エア抜きをしながら加圧し、試作ホースの材料との溶着状況を確認した。試作ホース材料の耐圧試験状況を図-4及び写真-8に示す。

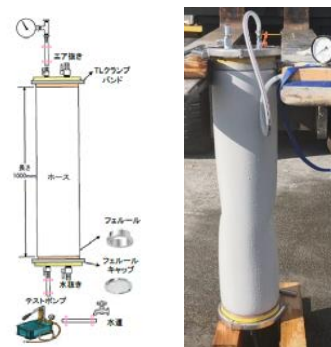


図-4、写真-8 試作ホース材料の耐圧試験

車両が横断走行する試作ホースは、標準ホースの排水側（出口側）に接続するため、水圧は0.01～0.02MPa程度に低下すると想定している。試験の結果は、0.02MPa以上確保され、使用材料として問題ないと判断した。

② 標準ホースの排水状況

試作ホースの形状を検討するため、排水ポンプ車（30m³/min、出力100%）を稼働させた状態で標準ホース

吐出口からの排水状況の確認を行った。このとき、標準ホース1本当りからの排水量は約125L/sである。排水状況を写真-9に示す。

標準ホース排水側（出口側）からの排水状況は、約500mm程度の直進性があるが、その先は扇状に流れ、排水高さは、吐出口から徐々に低下した。標準ホースからの排水形状を図-5に示す。



写真-9 標準ホースの排水状況

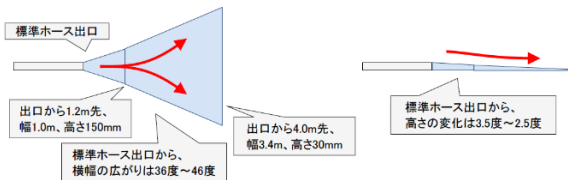


図-5 標準ホース排出側（出口側）からの広がり形状

5. 現地試験の実施

(1) 使用車両

試作ホースの排水状態及び車両の横断走行状況を確認するため、排水ポンプ車を利用した現地試験を実施した。

現地試験に使用した排水ポンプ車及び横断走行車両を表-3及び表-4に、車両の横断走行状況の試験配置を図-6に示す。

表-3 排水ポンプ車と排水ホースの基本仕様

| | |
|-------|--|
| 排水能力 | 30m ³ /min（揚程10m） 参考：ホース1本当りの吐出量 125L/s（0.125m ³ /s） |
| 排水ポンプ | 7.5m ³ /min（出力18kw）×4台 |
| 標準ホース | 口径φ200mm×長さ20m×8本 口径φ200mm×長さ10m×4本 |

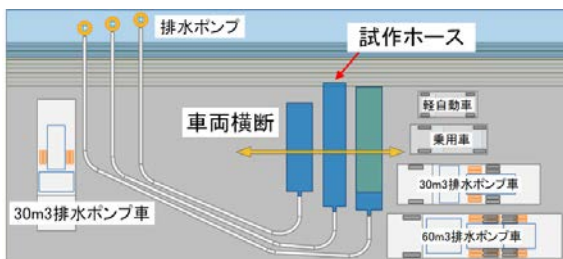


図-6 車両の横断走行状況の試験配置

表-4 横断走行車両の基本仕様

| 車種 | 仕様 |
|-------|---|
| 軽自動車 | 車両重量890kg（前540kg+後350kg） 全長3390mm×全幅1470mm タイヤ：前2輪+後2輪 |
| 乗用車 | 車両重量1200kg（前700kg+後500kg） 全長4410mm×全幅1690mm タイヤ：前2輪+後2輪 |
| 中型貨物車 | 車両重量9570kg（前3520kg+後6050kg） 全長8430mm×全幅2370mm タイヤ：前2輪+後1軸4輪 |
| 大型貨物車 | 車両重量17890kg （前5040kg+後前6480kg+後後6370kg） 全長10270mm×全幅2490mm タイヤ：前2輪+後2軸8輪 |

(2) 過年度試作ホースによる排水状況の確認

4. (1) 要素試験の結果、試作ホースに取付ける内部仕切り材の取付位置等の確認を行うため、過年度試作ホースの内部仕切り材を取除いた筒状の形状での排水状況、横断走行状況の確認を行った。確認状況を写真-10に示す。

排水状況は、幅2,000mmで水流の広がり安定しており、高さは60mm～100mmで車両の横断走行に影響しないことが確認できた。



写真-10 過年度の試作ホースの改良確認

(3) 試作ホースによる排水試験

要素試験等から、試作ホースの基本形状は内部仕切り材を不要とし、標準ホースと接続する高さ調整区間と車両の横断区間に分けることとした。試作ホースの基本形状を図-7に示す。

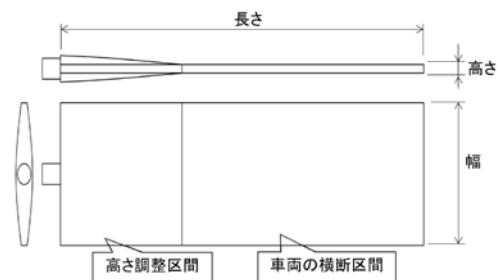


図-7 試作ホースの基本形状

なお、標準ホースの排水状況から、試作ホースの基本形状は図-5 に示す形状を想定していた。しかし、(2)における排水試験の結果、角部がポケットの役割を果たしていたため標準ホース接続部は扇状ではなく角部を残した長方形とした。

次に、試作ホースの最適形状を決定するため、基本形状をもとに、試作ホースの高さ、幅、長さ、材料厚さ等の異なる組合せについて試作を重ねて走行状態、試作ホースの変状等について確認を行った。

試験の結果、3回実施した試験により走行状態に影響なく排水できる試作ホース高さ、幅、材料厚さがわかった。また、試作ホース長さは、長い場合には、流速の低下によりホース中央付近に滞水し、断面形状が大きく盛り上がることから走行状態に影響なく排水できる長さを決定した。

各車両の横断時における確認状況の一例を写真-11に示す。



写真-11 試作ホースの車両横断状況

(4) 連続往復走行による耐久性能の確認

試作ホースの排水試験により決定した最適形状について、試作ホースの損傷や耐久性を確認するため、大型貨物車の連続往復走行による耐久試験を実施した。

試験は、表-3に示す排水ポンプ車を使用し、試作ホースによる排水作業を行いながら大型貨物自動車試作ホースの上を走行した。

走行速度10km/h程度で連続往復走行を行ったところ、走行回数500回以上の走行が可能であることが確認できた。

なお、試験中に、試作ホースの敷設面にある小石の影響からφ3.0mm程度の小穴が発生したが、試験実施後においても小穴の広がりは見られず排水作業への影響はなかった。

また、走行速度による影響については、5.0km/h程度では変状はみられなかった。10.0km/h程度では後輪の2軸ダブルタイヤにホース表面が引き寄せられ車両下面の突起部などの接触により、100mm程度の切り裂きが発生した。

したがって、試作ホース上を5.0km/h程度で走行することで排水作業への影響が少なく利用できることが確認できた。

耐久試験による試作ホースの状況を写真-12に、走行速度の違いによる試作ホースの状況を写真-13に示す。

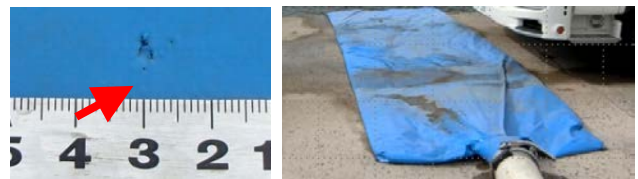


写真-12 耐久試験による試作ホースの状況
(左：小穴 右：試験終了時における試作ホース状況)



写真-13 走行速度の違いによる試作ホース状況
(左：5.0km/h程度、右：10.0km/h程度)

6. 運用方針

現地試験の結果、最終仕様(案)を決定した。そこで、ホースブリッジとの使い分けを含む運用について整理した。

(1) 運用方針

試作ホースは、小型軽量であるため既設の排水ポンプ車に搭載可能で機動性に優れており、河川の堤防道路から排水が可能な現場条件においては十分活用可能となる。また、既存の資機材等と比較し安価であるため消耗品として運用が可能と考えている。

一方、ホースブリッジは、運搬方法や設置ヤードなどの課題はあるが、耐荷重や耐久性、大規模災害時などの長期利用が可能等の優位性がある。

したがって、試作ホースが利用可能な現場の地形条件で、排水作業が比較的短期間の場合には、準備から片付けまでの時間短縮も可能であり、活用効果が期待できる。

なお、使用中の注意事項としては、横断車両の走行速度5.0km/h程度で制限することである。

7. まとめ

災害時の排水作業現場における課題として挙げられた排水ホースの車両横断方法について、新たな資機材として拡幅型の試作ホースを排水側に接続することで、直接横断走行を可能する検討を行った。

試作ホースは、既存の資機材（ホースブリッジ）に比べて小型軽量で、設置時間などの作業性も改善され、短期間の場合には、排水作業に対する耐久性も確認できたことから、十分活用が可能と考えている。

今後は、中国地方整備局管内において試作ホースの配備を進め実際に活用し実績を重ねるとともに、必要に応じて改善に努めたい。